

Examen partiel n° 2

Professeur responsable : Christophe ANCEY

Documentation autorisée : aucune documentation sauf formulaire A4 (recto et verso)

Matériel autorisé : aucun matériel électronique sauf calculatrice simple

Durée de l'examen : 1 h 45 min (14 h 15–16 h)

Date et lieu : 9 mai 2018 salle CM 2

1. L'examen comporte 17 questions.
2. Le barème de chaque question est indiqué au début de la question.
3. Les réponses fausses entraînent des pénalités (0,5 point par réponse fausse).
4. Remplir les cases au stylo noir ou bleu (ne cochez pas, ne barrez pas). Les cases mal noircies peuvent entraîner des pénalités.
5. Il y a une seule bonne réponse par question.
6. La note est ramenée sur 6 (sans arrondi). Elle compte pour 25 % de la note finale.
7. Pour les applications numériques, l'arrondi peut se faire à la décimale supérieure ou inférieure.
8. on prendra $g = 9,81 \text{ m s}^{-2}$ comme valeur de l'accélération de la gravité, sauf mention contraire.

Question de cours

Question 1 [1] On considère un écoulement subcritique qui passe au-dessus d'un obstacle de petites dimensions. Comment se comporte la surface libre?

- A Elle épouse la forme de l'obstacle
- B Elle n'est pas modifiée par un obstacle de petites dimensions
- Elle se creuse au passage de l'obstacle

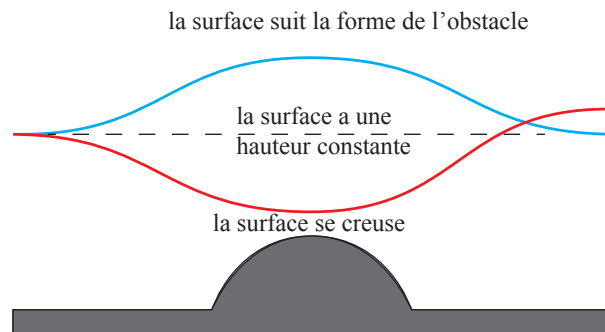


Figure 1 : interaction avec un obstacle.

Exercice 1

Un bassin contenant de l'eau (masse volumique ρ sur une profondeur de $h = 10 \text{ m}$) est fermé par une porte verticale constituée par 2 panneaux verticaux OA et AB (voir figure 2). La pression atmosphérique est supposée nulle. On prendra $g = 10 \text{ m s}^{-2}$ pour les applications numériques.

Question 2 [1] Que vaut la distribution de pression $p(z)$ dans le bassin (voir figure 2)?

- A $p(z) = \rho g z$.
- B $p(z) = \rho g (h - z)$.
- $p(z) = -\rho g z$.

CORRECTION

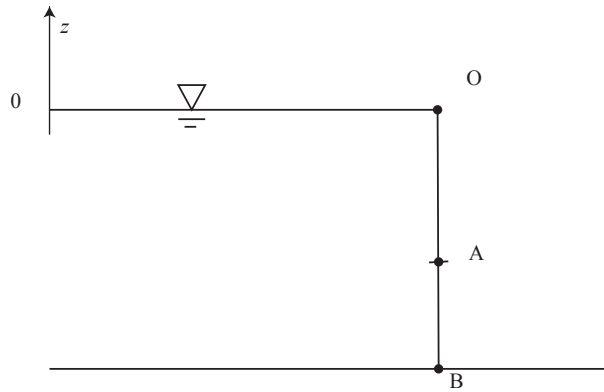


Figure 2 : vanne de fond. L'origine des z (profondeur) est l'interface air/eau. Attention z est une variable algébrique (c.-à-d. elle peut prendre des valeurs positives ou négatives).

Question 3 [1] Quelle doit être la profondeur du point A (notée z_A) pour que chaque panneau supporte la même résultante des forces de pression ?

- A $z_A = 1/2(2 + \sqrt{2})h$.
- B $z_A = 1/2(2 - \sqrt{2})h$.
- C $z_A = h/\sqrt{2}$.
- D $z_A = -h/\sqrt{2}$.

Question 4 [1] Quelle est la valeur de la résultante des forces de pression sur chaque panneau (par unité de largeur) ?

- A $F_{OA} = 42,8 \text{ kN m}^{-1}$ et $F_{AB} = 457 \text{ kN m}^{-1}$
- B $F_{OA} = F_{AB} = 457 \text{ kN m}^{-1}$
- C $F_{OA} = 1,45 \text{ MN m}^{-1}$ et $F_{AB} = -957 \text{ kN m}^{-1}$
- D $F_{OA} = 250 \text{ kN m}^{-1}$ et $F_{AB} = -250 \text{ kN m}^{-1}$
- E $F_{OA} = F_{AB} = 250 \text{ kN m}^{-1}$

Question 5 [2] Chaque panneau doit être renforcé au niveau du centre de poussée (point d'application de la force de pression). Calculer la position des centres de poussée, notée z_{p1} pour le panneau OA et z_{p2} pour le panneau AB.

- A $z_{p1} = 4,71 \text{ m}$ et $z_{p2} = 8,62 \text{ m}$
- B $z_{p1} = 1,95 \text{ m}$ et $z_{p2} = 7,10 \text{ m}$
- C $z_{p1} = -4,71 \text{ m}$ et $z_{p2} = -8,62 \text{ m}$
- D $z_{p1} = -4,71 \text{ m}$ et $z_{p2} = 7,10 \text{ m}$
- E $z_{p1} = -1,95 \text{ m}$ et $z_{p2} = -7,10 \text{ m}$

Exercice 2

Le jet d'eau de Genève de diamètre initial 80 mm s'élève verticalement à une hauteur de 170 m.

Question 6 [1] En négligeant les pertes par frottement, déterminer la vitesse à la base du jet.

- A $u = 81,7 \text{ m s}^{-1}$
- B $u = 40,8 \text{ m s}^{-1}$
- C $u = 57,8 \text{ m s}^{-1}$

Question 7 [1] Quel est le débit d'eau ascendant à l'approche du sommet du jet ?

- A $Q = 0,41 \text{ m}^3/\text{s}$ compte tenu de la conservation de la masse
- B $Q = 290 \text{ l/s}$ car le débit se conserve le long du jet
- C $Q = 0$ car, proche du sommet, l'eau n'a quasiment de plus de vitesse ascendante et donc le débit est presque nul

Exercice 3

Une pompe installée sur une conduite aspire de l'eau (de masse volumique ρ) à la base d'un réservoir (hauteur d'eau $h = 2$ m) pour la refouler dans un bassin (hauteur d'eau $h = 2$ m), dont la surface libre est située à une hauteur $y_B = z = 10$ m par rapport au fond du réservoir. Le débit de la pompe est $Q = 100$ l/s. Le diamètre de la conduite est 10 cm. Voir figure 3. La vitesse est notée u . L'altitude par rapport au fond du réservoir est notée y (on utilisera z juste pour la cote de B). La pression atmosphérique est supposée nulle. On appelle e l'énergie communiquée par la pompe à une unité de volume de fluide. La puissance de la pompe est notée $P = Qe$. Le niveau d'eau reste constant dans le réservoir et dans le bassin.

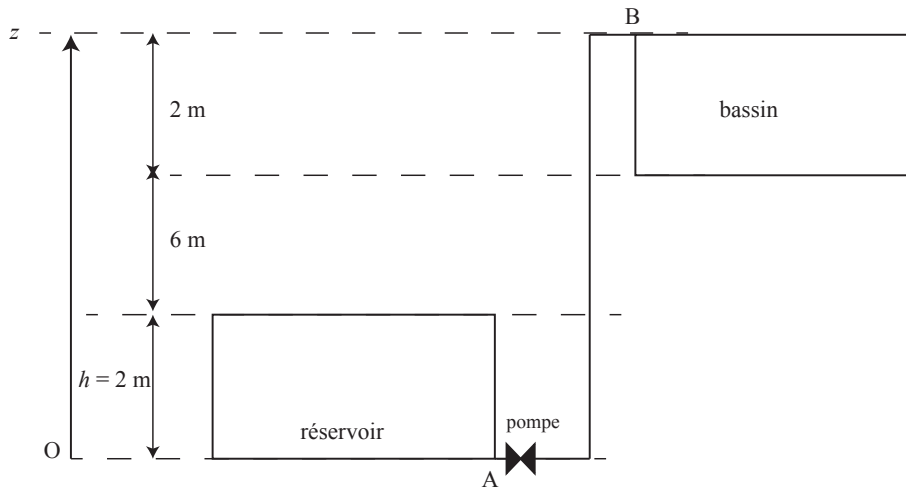


Figure 3 : pompage d'un réservoir pour amener de l'eau jusqu'au bassin. Le point A est situé dans la conduite à la sortie du réservoir. Le point B est situé dans la conduite juste avant l'entrée dans le bassin.

Question 8 [1] Qu'implique le théorème de Bernoulli entre les points A (sortie du réservoir) et B (entrée du bassin) si on néglige toute perte d'énergie par frottement et qu'on prend en compte l'énergie fournie par la pompe ?

- A $\frac{1}{2}\rho u_B^2 + \rho gz + \rho gh - (\frac{1}{2}\rho u_A^2 + \rho gh) = e$
 B $\frac{1}{2}(\rho u_B^2 + \rho gz + \rho gh) - (\frac{1}{2}\rho u_A^2 + \rho gh) = e$
 C $Q(\frac{1}{2}\rho u_B^2 + \rho gz) - Q(\frac{1}{2}\rho u_A^2 + \rho gh) = e$
 D $\frac{1}{2}\rho u_B^2 + \rho gz - (\frac{1}{2}\rho u_A^2 + \rho gh) = e$
 E $\frac{1}{2}\rho u_B^2 + \rho gz - (\frac{1}{2}\rho u_A^2 + \rho gh) = P$

Question 9 [1] Que valent les vitesses en A et B ?

- A $u_A = 6,3$ m/s et $u_B = 0$ m/s
 B $u_A = u_B = 12,7$ m/s
 C $u_A = 12,7$ m/s et $u_B = 0$ m/s
 D $u_A = u_B = 0$ m/s

Question 10 [1] Calculer la puissance de cette pompe ?

- A $P = 3900$ kW
 B $P = 3900$ m² kW
 C $P = 7,85$ kW
 D $P = 11,7$ kW
 E $P = 92,8$ kW

Exercice 4

On considère une torpille se déplaçant sous 10 m d'eau à la vitesse de 100 km/h ? On néglige la pression atmosphérique.

Question 11 [1] Quelle est la pression qui s'exerce sur le nez de la torpille ?

- A $p = 5 \text{ MPa}$
 B $p = 194,5 \text{ kPa}$
 C $p = 483,9 \text{ kPa}$
 D $p = 98,1 \text{ kPa}$

Exercice 5

De l'eau circule dans un tuyau de siphonage immergé dans un réservoir (voir figure 4). Le niveau d'eau dans le réservoir est de 1,50 m. Le diamètre du tuyau est de 3 cm. Le tuyau monte à 1 m au-dessus du niveau d'eau. L'eau quitte le tuyau à la même cote que la base du réservoir. On néglige la pression atmosphérique.

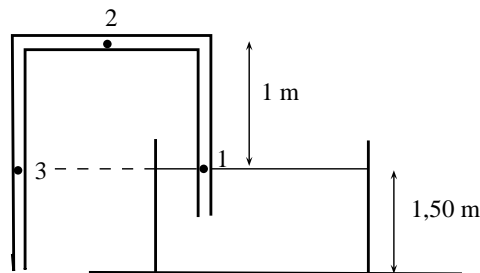



Figure 4 : schéma de principe d'un siphonage.

Question 12 [1] Calculer le débit à travers le siphon. 

- A $Q = 13,7 \text{ l/s}$
 B $Q = 3,8 \text{ l/s}$
 C $Q = 10,6 \text{ l/s}$
 D $Q = 7,6 \text{ l/s}$

Question 13 [1] Calculer les pressions aux points 1, 2 et 3.

- A $p_1 = -14,7 \text{ kPa}$, $p_2 = -24,5 \text{ kPa}$, et $p_3 = -24,5 \text{ kPa}$
 B $p_1 = -14,7 \text{ kPa}$, $p_2 = -24,5 \text{ kPa}$, et $p_3 = -14,7 \text{ kPa}$
 C $p_1 = 0 \text{ kPa}$, $p_2 = -1 \text{ kPa}$, et $p_3 = 0 \text{ kPa}$
 D $p_1 = 14,7 \text{ kPa}$, $p_2 = 24,5 \text{ kPa}$, et $p_3 = 14,7 \text{ kPa}$

Exercice 6

On s'intéresse au débit Q s'écoulant dans une conduite carrée de côté $a = 10 \text{ m}$. La conduite est en béton et le coefficient de Manning-Strickler vaut $K = 55 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$. La pente vaut $i = 0,1 \%$. La hauteur d'eau est $h = 5 \text{ m}$.

Formulaire : loi de Manning-Strickler

$$u = K \sqrt{i} R_h^{2/3}$$

Question 14 [0,5] L'écoulement est-il à surface libre ou en charge ?

- A On ne peut pas répondre, il manque des données
 B L'écoulement est en charge
 C L'écoulement est à surface libre

CORRECTION

Question 15 [0,5] Est-ce que $K = 55 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$ caractérise un béton usé ou neuf?

- c'est un béton lisse, mais déjà usé car rugueux
- Il est très rare de voir une telle valeur pour du béton
- c'est une valeur forte de K donc c'est très lisse, et il s'agit d'un béton neuf
- c'est une valeur faible de K donc c'est lisse, et il s'agit d'un béton neuf

Question 16 [1] Calculer le périmètre mouillé χ , la section mouillée S et le rayon hydraulique R_h .

- $\chi = 20 \text{ m}$, $S = 50 \text{ m}^2$, et $R_H = 2,5 \text{ m}$
- $\chi = 30 \text{ m}$, $S = 50 \text{ m}^2$, et $R_H = 2,7 \text{ m}$
- $\chi = 20 \text{ m}$, $S = 50 \text{ m}^2$, et $R_H = 5 \text{ m}$
- $\chi = 30 \text{ m}$, $S = 50 \text{ m}^2$, et $R_H = 5 \text{ m}$

Question 17 [1] Calculer Q selon la loi de Manning-Strickler.

- $Q = 160 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$
- $Q = 8810 \text{ l s}^{-1}$
- $Q = 254 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$
- $Q = 88\,100 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$
- $Q = 13\,990 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$

CORRECTION